JP 4-101286

CERTIFICATE OF TRANSLATION

I, SHUSAKU YAMAMOTO, patent attorney of Fifteenth Floor, Crystal Tower, 1-2-27 Shiromi, Chuo-ku, Osaka 540-6015, Japan HEREBY CERTIFY that I am acquainted with the English and Japanese languages and that the attached English translation is a true English translation of what it purports to be, a translation of Japanese Laid-open Utility Model Publication No. 4-101286, entitled "High-Efficiency Power Supply Circuit", laid-opened on September 1, 1992.

Additionally, I verify under penalty of perjury under the laws of the United States of America that the foregoing is true and correct.

Executed this 11th day of June, 1998.

SHUSAKU YAMAMOTO

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

Translation of Japanese Laid-Open Utility Model Publication

Laid-Open Utility Model Publication Number: 4-101286
Laid-Open Publication Date: September 1, 1992
Title of the Invention: HIGH-EFFICIENCY POWER SUPPLY CIRCUIT
Utility Model Application Number: 3-994
Filing Date: January 17, 1991
Inventor: S. MORIOKA
Applicant: TOSHIBA CORPORATION and TOSHIBA COMPUTER ENGINEERING, CO. LTD.

[Title of the Invention] High-efficiency power supply circuit

[Claim]

[Claim 1] A high-efficiency power supply circuit implemented as a DC-DC converter comprising: a first switching element to be turned ON/OFF in response to an external signal; an inductor for supplying energy to a load in accordance with a state of the first switching element; a rectifying diode; and a smoothing capacitor, wherein the high-efficiency power supply circuit is characterized by further including a second switching element which is connected in parallel to the rectifying diode, and is controlled to be bidirectionally turned ON/OFF in synchronism with the first switching element, and a comparator for detecting a voltage drop by the rectifying diode and the second switching element and detecting the direction of current flowing through the inductor, thereby turning

ON/OFF the second switching element.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Objective of the Invention]

[0002]

[Field of the Invention]

This invention relates to a high-efficiency power supply circuit such as a DC-DC converter suitably applicable to portable units like personal computers, in particular.

[0003]

[Prior Art]

In a portable unit such as a personal computer, a DC-DC converter is used as a power supply. A basic configuration of a DC-DC converter is shown in Figure 2. The DC-DC converter includes: a switching element 21, such as a bipolar transistor or an MOS transistor, which is turned ON/OFF in response to an external signal; an inductor element 22 such as a coil for storing energy therein or a choke for changing the magnitude of a voltage; a smoothing capacitor 23; and a rectifying diode 24.

[0004]

The basic operation thereof is as follows. First, when the switching element 21 is turned ON, current I_{on} flows, so that energy is supplied from the side of

an input terminal to the side of an output terminal. On the other hand, when the switching element 21 is turned OFF, current I_{OFF} flows, so that the energy stored in the inductor 22 is released. At this time, a part of the energy stored in the inductor 22 is lost because of a forward voltage drop of the rectifying diode 24.

[0005]

Another configuration of a DC-DC converter which has been modified for reducing the loss caused by the diode is shown in Figure 3. Specifically, another switching element 31, the switching of which is controlled such that the switching element 31 is bidirectionally turned ON/OFF in synchronism with the switching element 21, is provided separately from the switching element 21 for the configuration shown in Figure 2. A timing relationship between these switching elements is defined such that when the switching element 21 is ON, the switching element 31 is turned OFF, and that when the switching element 21 is OFF, the switching element 31 is turned ON. This configuration utilizes a fact that a voltage drop between the source and the drain of the bidirectional switching element 31 is considerably smaller than a forward voltage drop of the diode 24.

[0006]

[Problems to be Solved by the Invention]

In the configuration shown in Figure 3, in an operation mode in which the switching element 21 is turned ON after all of the energy stored in the inductor 22 has

completely been released (i.e., extra energy which is not consumed by the load returns to the power supply), the extra energy which is not consumed by the load is once stored as magnetic energy in the inductor 22, and then returns as electric energy to the power supply. Since the energy returns from a light load to the power supply in such a manner, a power loss is caused and the efficiency of the power supply is decreased at this time. Thus, power cannot be supplied to a largely variable load, irrespective of the state of the load. Moreover, if such a situation is to be avoided by the circuit configuration shown in Figure 3, then the capacitance of the inductor 22 adversely increases.

[0007]

This invention has been devised in view of the above-described state in the art, for the purpose of providing a high-efficiency power supply circuit which can efficiently supply power even when a load is light.

[0008]

[Structure of the Invention]

[0009]

[Means for Solving the Problems]

This invention is a DC-DC converter including: a first switching element to be turned ON/OFF in response to an external signal; an inductor for supplying energy to a load in accordance with a state of the first switching element; a rectifying diode; and a smoothing capacitor.

The high-efficiency power supply circuit is characterized by further including a second switching element which is connected in parallel to the rectifying diode, and is controlled to be bidirectionally turned ON/OFF in synchronism with the first switching element, and a comparator for detecting a voltage drop by the rectifying diode and the second switching element and detecting the direction of current flowing through the inductor, thereby turning ON/OFF the second switching element.

[0010]

[Function]

In the above-described configuration, the direction of the current flowing through the inductor is detected by the comparator, and the turn ON/OFF of the second switching element is controlled in accordance with the output of the comparator, thereby realizing a power supply exhibiting a high efficiency even when the load is light. Thus, even when the load is light, the efficiency does not decrease and the capacitance of the inductor need not be increased.

[0011]

[Examples]

Hereinafter, an example of the present invention will be described in detail with reference to the drawings. Figure 1 is a circuit diagram showing an example of the present invention.

[0012]

In Figure 1, 11 is a switching element, such as a bipolar transistor or an MOS transistor, which is turned ON/OFF in response to an external signal, 12 is an inductor element such as a coil for storing energy therein or a choke for changing the magnitude of a voltage, and 13 is a smoothing capacitor. 14 is a switching element which is provided separately from the switching element 11 and the switching of which is controlled such that the switching element 14 is bidirectionally turned ON/OFF in synchronism with the switching element 11. 15 is a comparator for detecting the voltage drop of the switching element 14 and detecting the direction of current flowing through the inductor 12, thereby turning ON/OFF the switching element 14 in accordance with the direction. 16 and 17 are parasitic diodes.

[0013]

Hereinafter, the operation of this exemplary power supply circuit according to the present invention will be described in detail. As shown in Figure 1, first, when the switching element 11 is turned ON, if the switching element 14 is also ON (a specific operation mode in which the switching element 14 is ON will be described later), then current I_{on1} flows through the switching element 11 → the switching element 14 → GND in this order. A signal to be activated in accordance with the output of the comparator 15 (a high-level signal) is supplied to the switching element 14. However, when the current I_{on1} flows through the switching element 14, a certain voltage drop is

caused between the terminals of the switching element 14. As a result, the point denoted by a in Figure 1 has a positive (+) polarity and the point denoted by b in Figure 1 has a negative (-) polarity. Then, the output of the comparator 15 becomes low and the switching element 14 is turned OFF. After the current stops flowing through the switching element 14, the output of the comparator 15 is still low. When the switching element 14 is turned OFF, current I_{OFF2} begins to flow from the power supply to the load.

[0014]

Next, when the switching element 11 is turned OFF, the energy stored in the inductor 12 is released and current I_{OFF1} flows. At this point in time, since the switching element 14 has been turned OFF, the current flows through the parasitic diode 17 of the switching element 14. Thus, since the point a becomes (-) and the point b becomes (+), the output of the comparator 15 becomes high and the switching element 14 is turned ON. The voltage drop of the switching element 14 in this case is considerably smaller as compared with a conventional power supply circuit using a diode. Consequently, the efficiency thereof is improved. If the switching element 11 is turned ON before the energy stored in the inductor 12 has completely been released, the same operation is repeatedly performed from the start point initially described about this operation.

[0015]

Next, if the switching element 11 is not turned

ON even after the switching element 11 has been turned OFF and the energy stored in the inductor 12 has completely been released (i.e., when the load is light), then current I_{OFF2} flows such that the energy stored in the capacitor 13 is transmitted through the inductor 12 to GND. In this case, since the point a becomes (+) and the point b becomes (-), a low level signal is supplied to the switching element 14, so that the switching element 14 is turned OFF instantaneously. That is to say, since this current no longer flows, an operation mode in which power returns from the load to the power supply does not exist. Consequently, even when the load is light, the efficiency of the power supply is not decreased. In actuality, it is only after the current I_{OFF2} starts to flow that the comparator 15 turns the switching element 14 OFF. As a result, a very small amount of current is stored in the inductor 12 before the turn OFF of the switching element 14 and power returns to the power supply via a current path I_{OFF3}. However, since the amount of the returning power is very small and the power to be lost in this mode is even smaller, such a delay is negligible in practical use.

[0016]

[Effect of the Invention]

As is apparent from the foregoing description, according to this invention, even when a load is light, the efficiency of a power supply is not decreased and the capacitance of an inductor need not be increased. Thus, this invention can also contribute to cost reduction.

[Brief Description of the Drawings]

[Figure 1]

A circuit diagram showing an example of this invention.

[Figure 2]

A circuit diagram showing a conventional example.

[Figure 3]

A circuit diagram showing another conventional example.

[Description of the Reference Numerals]

11, 14 switching element

12 inductor

13 capacitor

15 comparator

16, 17 parasitic diode

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

[Abstract]

[Objective] This invention relates to a high-efficiency power supply circuit such as a DC-DC converter suitably applicable to portable units like personal computers, in particular. The objective of this invention is to provide a high-efficiency power supply circuit which can efficiently supply power even when a load is light.

[Structure] The high-efficiency power supply circuit of this invention is a DC-DC converter including: a first switching element to be turned ON/OFF in response to an external signal; an inductor for supplying energy to a load in accordance with a state of the first switching element; a rectifying diode; and a smoothing capacitor. The high-efficiency power supply circuit is characterized by further including a second switching element which is connected in parallel to the rectifying diode, and is controlled to be bidirectionally turned ON/OFF in synchronism with the first switching element, and a comparator for detecting a voltage drop by the rectifying diode and the second switching element and detecting the direction of current flowing through the inductor, thereby turning ON/OFF the second switching element.

1

【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】　外部信号によりオンオフする第1のスイッチング素子と、第1のスイッチング素子の状態に従い負荷に対してエネルギを供給するインダクタと、整流ダイオード、平滑コンデンサで構成されるDC－DCコンバータにおいて、上記整流ダイオードと並列に接続され、第1のスイッチング素子と同期して同方向にオンオフ制御を行う第2のスイッチング素子と、上記整流ダイオードならびに第2のスイッチング素子による電圧降下を検出してインダクタに流れる電流の方向を検出して第2のスイッチング素子をオンオフするコンパレータとを

2

具備することを特徴とする高効率電源回路。

【図面の簡単な説明】

【図1】　本考案の実施例を示す回路図。

【図2】　従来例を示す回路図。

【図3】　従来例を示す回路図である。

【符号の説明】

11、14…スイッチング素子

12……インダクタ

13……コンデンサ

15……コンパレータ

16、17…整流ダイオード

FIG.1

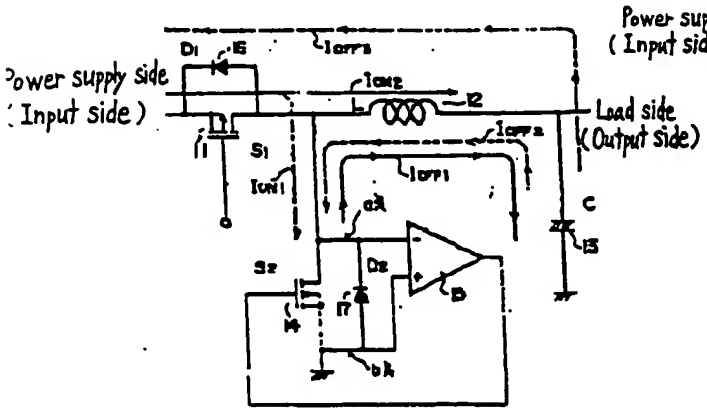


FIG.2

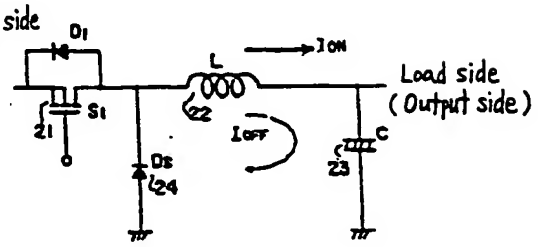
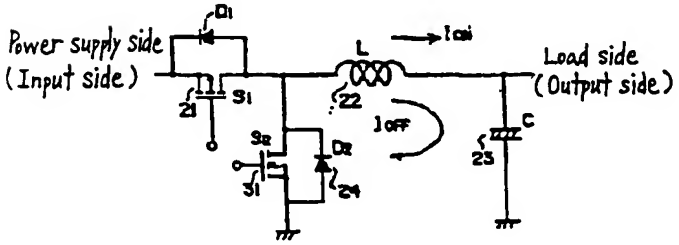


FIG.3



(19)日本国特許庁（JP）　(12) 公開実用新案公報（U）　(11)実用新案出願公開番号

実開平4－101286

(43)公開日　平成4年(1992)9月1日

(51)Int.Cl.⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H02M 3/155	H	8730－5H		
	S	8730－5H		

117.1.23 審査請求

審査請求　未請求　請求項の数1（全 2 頁）

(21)出願番号　実願平3－994

(22)出願日　平成3年(1991)1月17日

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71)出願人　000221052
東芝コンピュータエンジニアリング株式会社
東京都青梅市新町1381番地1

(72)考案者　益岡　静夫
東京都青梅市新町1381番地1　東芝コンピュータエンジニアリング株式会社内

(74)代理人　弁理士　須山　佐一　（外1名）

(54)【考案の名称】　高効率電源回路

(57)【要約】

【目的】　この考案は、特にパーソナルコンピュータ等ポータブル機器に用いて好適なDC－DCコンバータ等高効率電源回路に関し、軽負荷時にも、効率よく電力供給が可能な高効率電源回路を提供することを目的とする。

【構成】　外部信号によりオンオフする第1のスイッチング素子と、第1のスイッチング素子の状態に従い負荷に対してエネルギを供給するインダクタと、整流ダイオード、平滑コンデンサで構成されるDC－DCコンバータにおいて、上記整流ダイオードと並列に接続され、第1のスイッチング素子と同期して同方向にオンオフ制御を行う第2のスイッチング素子と、上記整流ダイオードならびに第2のスイッチング素子による電圧降下を検出してインダクタに流れる電流の方向を検出して第2のスイッチング素子をオンオフするコンパレータとを具備することを特徴とする。

TL-004123

【考案の詳細な説明】

【0001】

【考案の目的】

【0002】

【産業上の利用分野】

この考案は、特にパーソナルコンピュータ等ポータブル機器に用いて好適なDC－DCコンバータ等高効率電源回路に関する。

【0003】

【従来の技術】

パーソナルコンピュータ等ポータブル機器では、電源としてDC－DCコンバータが用いられる。DC－DCコンバータの基本構成を図3に示す。DC－DCコンバータは、外部の信号によりON/OFFするバイポーラもしくはMOSトランジスタで構成されるスイッチング素子21、エネルギを蓄積するコイルあるいは変圧器のような働きをするチョーク等インダクタ素子22、平滑コンデンサ23および整流ダイオード24で構成される。

【0004】

基本的動作は以下のとおりである。まず、スイッチング素子21がONするとI1なる電流が流れ、入力側から出力側へエネルギが供給される。また、スイッチング素子21がOFFすると、I0なる電流が流れインダクタ22に蓄積されたエネルギが放出される。このとき整流ダイオード24の順方向電圧降下によりインダクタ22に蓄積されたエネルギの一部が失われる。

【0005】

ダイオードによる損失を少なくするために改良されたDC－DCコンバータの構成を図2に示す。即ち、図2に示す構成に、スイッチング素子21と別個のスイッチング素子21と同期して同方向スイッチング制御がなされるスイッチング素子31が付加される。これらのタイミング動作上の関係は、スイッチング素子21がONしているときスイッチング素子31はOFF、スイッチング素子21がOFFしているときスイッチング素子31はONするという関係を持つ。同方向スイッチング素子31の[illegible]ドレイン間の電圧降下はダイオード24

の順方向電圧降下に比してはるかに小さいことを利用したものである。

【0006】

【考案が解決しようとする課題】

図3に示す構成では、インダクタ22に蓄積されたエネルギが完全に放出された後に、スイッチング素子21がONする動作モードでは、つまり、負荷側で消費されない余分なエネルギが電源側に戻る場合、負荷で消費されない余分なエネルギ分も一旦インダクタ22に磁気エネルギとして蓄積され、これが電源側に電気エネルギという形で戻ることになる。このように負荷側から電源側にエネルギが戻るため、この時に電力損失が発生し、電源効率が低下する。このため、変動が大きい負荷に対しては、いかなる負荷状態でも電力を供給することができない。また、これを図3に示す回路構成で回避しようとする場合インダクタ22の容量が大きくなってしまう。

【0007】

本考案は上記事情に鑑みてなされたものであり、軽負荷時にも、効率よく電力供給が可能な高効率電源回路を提供することを目的とする。

【0008】

【考案の構成】

【0009】

【課題を解決するための手段】

本考案は、外部信号によりオンオフする第1のスイッチング素子と、第1のスイッチング素子の状態に従い負荷に対してエネルギを供給するインダクタと、整流ダイオード、平滑コンデンサで構成されるDC－DCコンバータにおいて、上記整流ダイオードと並列に接続され、第1のスイッチング素子と同期して同方向にオンオフ制御を行う第2のスイッチング素子と、上記整流ダイオードならびに第2のスイッチング素子による電圧降下を検出してインダクタに流れる電流の方向を検出して第2のスイッチング素子をオンオフするコンパレータとを具備することを特徴とする。

【0010】

【作用】

上述した構成中、コンパレータにてインダクタに流れる電流の方向を検知し、そのコンパレータ出力により第2のスイッチング素子のON/OFFをコントロールすることにより、軽負荷時にも高効率の電源を実現する。このことにより、軽負荷時にも効率が低下せず、また、インダクタ容量を大きくせずに済む。

【0011】

【実施例】

以下、図面を参照して本考案実施例について詳細に説明する。第1図は本考案の実施例を示す回路図である。

【0012】

図において、11は外部の信号によりON/OFFするバイポーラもしくはMOSトランジスタで構成されるスイッチング素子、12はエネルギを蓄積するコイルあるいは電流の大きさを調節するチョーク等インダクタ素子、13は平滑コンデンサである。14はスイッチング素子11と同期の、スイッチング素子11と関連して両方向スイッチング動作を行うスイッチング素子である。15はコンパレータであり、スイッチング素子14の電圧降下を検出して、インダクタ12に流れる電流の方向を検知し、その方向によりスイッチング素子14をON/OFFする。尚、16、17は寄生ダイオードである。

【0013】

以下、本考案実施例の動作について詳細に説明する。図において、まずスイッチング素子11がONになると、スイッチング素子14がONであった場合（こういう動作モードの場合にONになっている例は後述する）、スイッチング素子11→スイッチング素子14→GNDの経路でIonで示す電流が流れる。スイッチング素子14には、コンパレータ15の出力でONになるような信号（ハイレベルの信号）が与えられるが、電流Ionが流れることにより、スイッチング素子14の両端に抵抗分の電圧降下が生じ、図中a点が（+）、b点が（-）の極性となる。こうなると、コンパレータ15の出力はローレベルに切り替わり、スイッチング素子14はOFFする。電流がスイッチング素子14に流れなくなってもコンパレータ15の出力はローレベルになっている。スイッチング素子14がOFFすると、電源側から負荷側に電流Ion2が流れ始める。

(Sic 両方向を考える)

【0014】

次に、スイッチング素子11がOFFすると、インダクタ12に蓄積されたエネルギが放出され電流Ioffが流れる。このときスイッチング素子14はOFFしているが、スイッチング素子14の寄生ダイオード17を通して電流が流れる。この時a点が（-）、b点が（+）となるため、コンパレータ15の出力はハイレベルになり、スイッチング素子14はONする。この時のスイッチング素子14での電圧降下はかなり小さくなり、ダイオードを使用していた従来の方式に比べて、効率が改善されることになる。インダクタ12に蓄えられたエネルギが完全に放出されないうちにスイッチング素子11がONすると、この動作説明の冒頭で説明した状態から同じ動作を繰り返す。

【0015】

次に、スイッチング素子11がOFFして、インダクタ12に蓄積されたエネルギが完全に放出されても、未だスイッチング素子11がONしない場合、つまり負荷が軽い場合、コンデンサ13に蓄積されたエネルギが、インダクタ12を通してGND側に電流Ioff'が流れる。この時、a点が（+）、b点が（-）になるため、スイッチング素子14にはローレベルの信号が与えられ、スイッチング素子14は直ちにOFFする。従ってこの電流が流れなくなるため、負荷側から電源側に電力が戻る動作モードが存在しなくなる。すなわち、軽負荷時にも電源効率が低下しないことになる。実際には、Ioff'なる電流が流れてはじめてコンパレータ15がスイッチング素子14をOFFするため、この間、ほんの僅かの電力がインダクタ12に蓄積されて、Ioff'なる電流の経路で電源側に電力が戻るが、戻る電力が僅少であり、更にこのモードで損失される電力は更に小さいため、実使用上は問題にはならない。

【0016】

【考案の効果】

以上説明のように本考案によれば、軽負荷時にも効率が低下せず、また、インダクタ容量を大きくせずに済むためコスト削減にも寄与する。

1

【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】 外部信号によりオンオフする第1のスイッチング素子と、第1のスイッチング素子の状態に従い負荷に対してエネルギを供給するインダクタと、整流ダイオード、平滑コンデンサで構成されるDC－DCコンバータにおいて、上記整流ダイオードと並列に接続され、第1のスイッチング素子と同期して両方向にオンオフ制御を行う第2のスイッチング素子と、上記整流ダイオードならびに第2のスイッチング素子による電圧降下を検出してインダクタに流れる電流の方向を検出し第2のスイッチング素子をオンオフするコンパレータとを具備することを特徴とする高効率電源回路。

2

【図面の簡単な説明】

【図1】 本考案の実施例を示す回路図。

【図2】 従来例を示す回路図。

【図3】 従来例を示す回路図である。

【符号の説明】

11、14…スイッチング素子

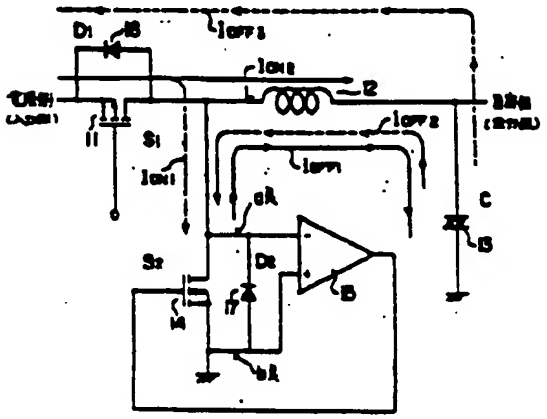
12……インダクタ

13……コンデンサ

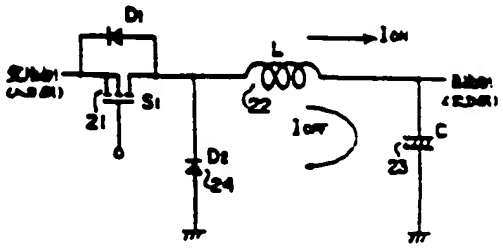
15……コンパレータ

16、17…寄生ダイオード

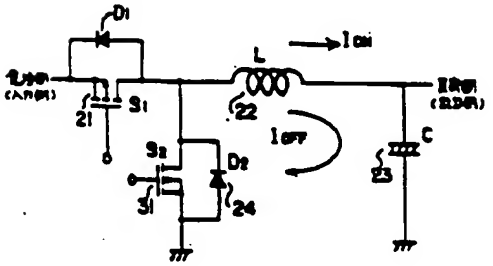
【図1】



【図2】



【図3】



TL-004126

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

【0002】

この発明は、特にパーソナルコンピュータ等ポータブル機器に用いて好適なDC-DCコンバータ等高効率電源回路に関する。

【0003】

【従来の技術】

パーソナルコンピュータ等ポータブル機器では、電源としてDC-DCコンバータが用いられる。DC-DCコンバータの基本構成を図3に示す。DC-DCコンバータは、外部の信号によりON/OFFするバイポーラもしくはMOSトランジスタで構成されるスイッチング素子21、エネルギを蓄積するコイルあるいは変圧器の大きさを変化するチョーク等インダクタ素子22、平滑コンデンサ23および回生ダイオード24で構成される。

【0004】

基本的動作は以下のとおりである。まず、スイッチング素子21がONすると、Iなる電流が流れ、入力側から出力側へエネルギが供給される。また、スイッチング素子21がOFFすると、Iなる電流が流れインダクタ22に蓄積されたエネルギが放出される。このとき回生ダイオード24の順方向電圧降下により、インダクタ22に蓄積されたエネルギの一部が失われる。

【0005】

ダイオードによる損失を少なくするために改良されたDC-DCコンバータの例を図3に示す。例えば、図3に示す構成は、スイッチング素子21と同期のスイッチング素子31と同期して両方向スイッチング制御がなされるスイッチング素子31が付加される。これらのタイミング制御上の関係は、スイッチング素子21がONしているときスイッチング素子31はOFF、スイッチング素子31がOFFしているときスイッチング素子31はONするという関係を持つ。両方向スイッチング素子31のソース-ドレイン間の電圧降下はダイオード24

の順方向電圧降下に比してはるかに小さいことを利用したものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

図3に示す構成では、インダクタ22に蓄積されたエネルギが完全に放出された後に、スイッチング素子21がONする制御モードでは、つまり、負荷側で消費されない余分なエネルギが電源側に戻る場合、負荷で消費されない余分なエネルギ分も一旦インダクタ22に磁気エネルギとして蓄積され、これが電源側に電気エネルギという形で戻ることになる。このように負荷側から電源側にエネルギが戻るため、ここに電力損失が発生し、電源効率が低下する。このため、定格が大きい負荷に対しては、いかなる負荷状態でも電力を供給することができない。また、これを第3図に示す回路構成で回避しようとする場合インダクタ22の容量が大きくなってしまう。

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、軽負荷時にも、効率よく電力供給が可能な高効率電源制御回路を提供することを目的とする。

【0008】

【発明の構成】

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、外部信号によりオンオフする第1のスイッチング素子と、第1のスイッチング素子の状態に従い負荷に対してエネルギを供給するインダクタと、整流ダイオード、平滑コンデンサで構成されるDC-DCコンバータにおいて、上記整流ダイオードと並列に接続され、第1のスイッチング素子と同期して同各向にオンオフ制御を行う第2のスイッチング素子と、上記整流ダイオードならびに第2のスイッチング素子による電圧降下を検出してインダクタに流れる電流の方向を検出して第2のスイッチング素子をオンオフするコンパレータとを具備することを特徴とする。

【0010】

【作用】

上記した構成中、コンパレータにてインダクタに流れる電流の方向を検知し、そのコンパレータ出力により第2のスイッチング素子のON／OFFをコントロールすることにより、同期整流と同等の機能を実現する。このことにより、軽負荷時にも効率が低下せず、また、インダクタ容量を大きくせずに済む。

【0011】

【実施例】

以下、図面を使用して本考案実施例について詳細に説明する。図1は本考案の実施例を示す回路図である。

【0012】

図において、11は外部の信号によりON／OFFするバイポーラもしくはMOSトランジスタで構成されるスイッチング素子、12はエネルギを蓄積するコイルあるいは電圧の大きさを変換するチョーク等インダクタ素子、13は平滑コンデンサである。14はスイッチング素子11と対側の、スイッチング素子11と同期して両方向スイッチング制御を行うスイッチング素子である。15はコンパレータであり、スイッチング素子14の電圧降下を検出して、インダクタ12に流れる電流の方向を検知し、その方向によりスイッチング素子14をON／OFFする。尚、16、17は内蔵ダイオードである。

【0013】

以下、本考案実施例の動作について詳細に説明する。図において、まずスイッチング素子11がONになると、スイッチング素子14がONであった場合（どういう動作モードの場合にONになっているかは後述する）、スイッチング素子11→スイッチング素子14→GNDの回路でIon1で示す電流が流れる。スイッチング素子14には、コンパレータ15の出力でONになるような信号（ハイレベルの信号）が与えられるが、電流Ion1が流れることにより、スイッチング素子14の両端に素子の電圧降下が生じ、図中a点が（＋）、b点が（－）の電圧になる。そうなると、コンパレータ15の出力はローレベルに切り替わり、スイッチング素子14はOFFする。電流がスイッチング素子14に流れなくなってもコンパレータ15の出力はローレベルになっている。スイッチング素子14がOFFすると、電源側から負荷側に電流Ion2が流れ始める。

S14の両端電圧を見る

【0014】

次に、スイッチング素子11がOFFすると、インダクタ12に蓄積されたエネルギが放出され電流Ioff1が流れる。このときスイッチング素子14はOFFしているが、スイッチング素子14の内蔵ダイオード17を通して電流が流れる。この時a点が（－）、b点が（＋）となるため、コンパレータ15の出力はハイレベルになり、スイッチング素子14はONする。この時のスイッチング素子14での電圧降下はかなり小さくなり、ダイオードを使用していた従来の方式に比べて、効率が改善されることになる。インダクタ12に蓄えられたエネルギが完全に放出されないうちにスイッチング素子11がONすると、この動作説明の冒頭で説明した状態から同じ動作を繰り返す。

【0015】

次に、スイッチング素子11がOFFして、インダクタ12に蓄積されたエネルギが完全に放出されても、まだスイッチング素子11がONしない場合、つまり負荷が軽い場合、コンデンサ13に蓄積されたエネルギが、インダクタ12を通してGND側に電流Ioff2が流れる。この時、a点が（＋）、b点が（－）になるため、スイッチング素子14にはローレベルの信号が与えられ、スイッチング素子14は直ちにOFFする。従ってこの電流が流れなくなるため、負荷側から電源側に電力が戻る動作モードが存在しなくなる。すなわち、軽負荷時にも電源効率が低下しないことになる。実際には、Ioff2なる電流が流れてはじめてコンパレータ15がスイッチング素子14をOFFするため、この間、ほんの僅かの電力がインダクタ12に蓄積されて、Ioff2なる電流の経路で電源側に電力が戻るが、戻る電力が僅かであり、更にこのモードで損失される電力は更に小さいため、実使用上は問題にはならない。

【0016】

【考案の効果】

以上説明のように本考案によれば、軽負荷時にも効率が低下せず、また、インダクタ容量を大きくせずに済むためコスト削減にも寄与する。

TL-004128